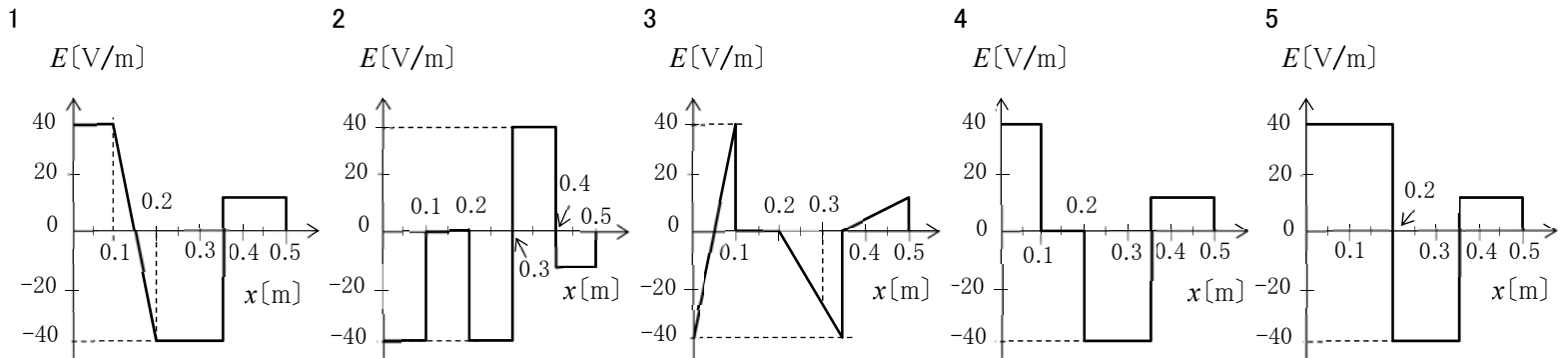
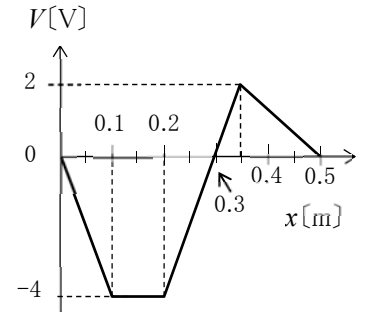


FK601

第一級陸上無線技術士「無線工学の基礎」試験問題

25問 2時間30分

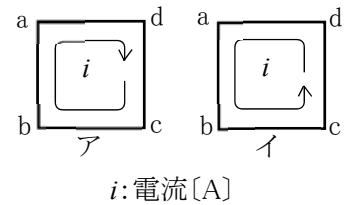
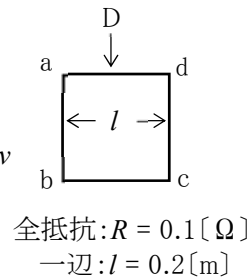
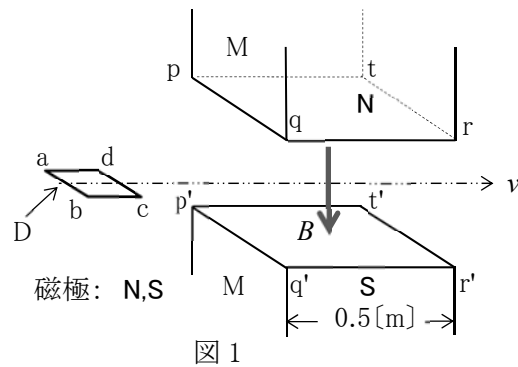
A-1 右の図は、 $x$  軸に沿った電位  $V$  [V] の分布を示したものである。この図から、 $x$  軸方向の電界の強さ  $E$  [V/m] を表した図として、最も近いものを下の番号から選べ。



A-2 次の記述は、図1に示すように一辺が0.5[m]の正方形の磁極の磁石Mの磁極間を、図2に示すような正方形の導線Dが、その面をMの磁極の面と平行に、 $v = 2$  [m/s]の速度で左から右に通るときに発生する現象について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、磁極間の磁束密度は、 $B = 0.2$  [T]で均一であり、漏れ磁束はないものとする。また、Dは、磁極間の中央を辺abと磁極の辺pqが平行を保ち、移動するものとする。

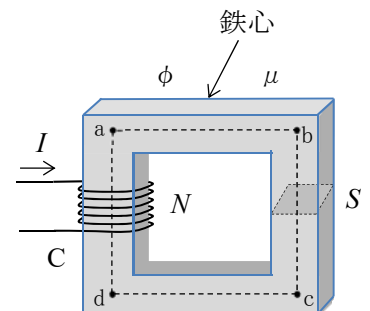
- (1) Dの辺dcがMの面pp'q'qに達してから、辺abが面pp'q'qに達する間にDに流れる電流の大きさは、□A [A]である。
- (2) D全体が磁界の中にあるとき、Dに流れる電流は、□B [A]である。
- (3) Dの辺dcがMの面tt'r'rに達してから、辺abが面tt'r'rに達する間にDに流れる電流の方向は、図3の□C の方向である。

	A	B	C
1	0.8	0	ア
2	0.8	0	イ
3	0.8	0.8	イ
4	0.4	0	イ
5	0.4	0.8	ア



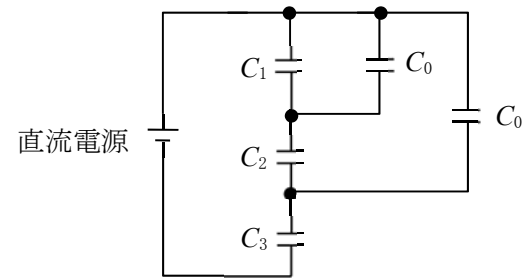
A-3 図に示すような透磁率が  $\mu$  [H/m]の鉄心で作られた磁気回路の磁路abの磁束  $\phi$  [Wb]を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、磁路の断面積はどこも  $S$  [m<sup>2</sup>]であり、図に示す各磁路 ab、bc、cd、ad の長さは  $l$  [m]で等しいものとし、磁気回路に磁気飽和及び漏れ磁束はないものとする。また、コイルCの巻数を  $N$ 、Cに流す直流電流を  $I$  [A]とする。

- 1  $\phi = \frac{2\mu NIS}{l}$
- 2  $\phi = \frac{\mu NI}{4S}$
- 3  $\phi = \frac{\mu NIS}{4l}$
- 4  $\phi = \frac{2\mu NI}{5S}$
- 5  $\phi = \frac{\mu NIS}{5l}$



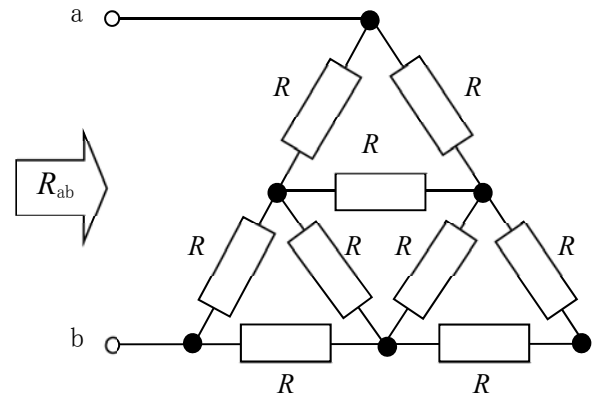
A-4 図に示すような、静電容量 $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$ 及び $C_0$ [F]の回路において、 $C_1$ 、 $C_2$ 及び $C_3$ に加わる電圧が定常状態で等しいときの条件式として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1  $3C_1 + 3C_0 = C_2 + 2C_0 = C_3$
- 2  $3C_1 + 5C_0 = C_2 + C_0 = C_3/2$
- 3  $C_1 + 3C_0 = 2C_2 + 2C_0 = C_3$
- 4  $C_1 + 3C_0 = 2C_2 + 5C_0 = C_3/2$
- 5  $C_1 + 3C_0 = C_2 + 2C_0 = C_3$



A-5 図に示すように、 $R$ [ $\Omega$ ]の抵抗が接続されている回路において、端子ab間から見た合成抵抗 $R_{ab}$ の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 $R = 3$ [ $\Omega$ ]とする。

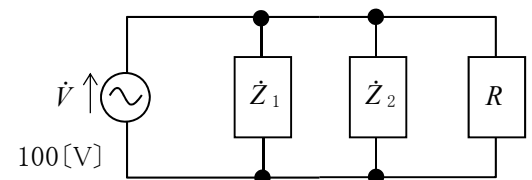
- 1  $\frac{3}{7}$  [ $\Omega$ ]
- 2  $\frac{9}{5}$  [ $\Omega$ ]
- 3  $\frac{10}{3}$  [ $\Omega$ ]
- 4  $\frac{17}{5}$  [ $\Omega$ ]
- 5  $\frac{13}{3}$  [ $\Omega$ ]



A-6 図に示すように、交流電源 $\dot{V} = 100$ [V]に誘導性負荷 $Z_1$ 、 $Z_2$ 及び抵抗負荷 $R$ を接続したとき、回路全体の皮相電力及び力率の値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 $Z_1$ 、 $Z_2$ 、 $R$ の有効電力及び力率は表の値とする。

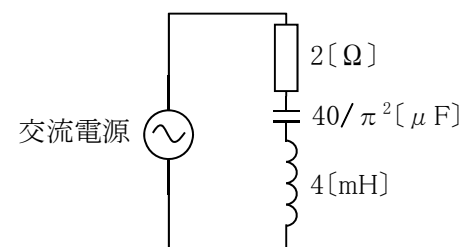
- |   |                      |                      |
|---|----------------------|----------------------|
|   | 皮相電力                 | 力率                   |
| 1 | $700\sqrt{2}$ [VA]   | $\frac{1}{\sqrt{2}}$ |
| 2 | $700\sqrt{5}$ [VA]   | $\frac{2}{\sqrt{5}}$ |
| 3 | $700\sqrt{5}$ [VA]   | $\frac{1}{\sqrt{2}}$ |
| 4 | $1,200\sqrt{2}$ [VA] | $\frac{2}{\sqrt{5}}$ |
| 5 | $1,200\sqrt{2}$ [VA] | $\frac{1}{\sqrt{2}}$ |

負荷	有効電力	力率
$Z_1$	400 [W]	0.8
$Z_2$	300 [W]	0.6
$R$	700 [W]	1.0



A-7 次の記述は、図に示す直列共振回路について述べたものである。□内に入れるべき値の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 共振周波数 $f_0$ は、 $f_0 = \square A$  [Hz]である。
- (2) 尖鋭度 $Q$ は、 $Q = \square B$ である。
- (3)  $f_0$ における回路の電流を $I_0$ [A]としたとき、 $I_0/\sqrt{2}$ [A]になる周波数を $f_1$ [Hz]及び $f_2$ [Hz] ( $f_1 < f_2$ )とすると、 $f_2 - f_1 = \square C$  [Hz]である。



- |   |       |        |                   |
|---|-------|--------|-------------------|
|   | A     | B      | C                 |
| 1 | 2,500 | 20     | $\frac{250}{\pi}$ |
| 2 | 2,500 | 20     | 125               |
| 3 | 2,500 | $5\pi$ | 125               |
| 4 | 1,250 | 20     | $\frac{250}{\pi}$ |
| 5 | 1,250 | $5\pi$ | $\frac{250}{\pi}$ |

A-8 図1に示すインピーダンス $Z_1$ 及び $Z_2$ の積が周波数と無関係になり、抵抗を $R[\Omega]$ としたときに $Z_1 Z_2 = R^2$ の関係が成り立つとき、それらの回路は互いに $R[\Omega]$ に対する逆回路であるという。いま、図2に示す回路の $R = 600[\Omega]$ に対する逆回路が図3に示す回路であるとき、自己インダクタンス $L_1$ 、静電容量 $C_1$ 及び静電容量 $C_2$ の値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。

	$L_1$	$C_1$	$C_2$
1	3.6 [mH]	0.01 [ $\mu$ F]	0.015 [ $\mu$ F]
2	3.6 [mH]	0.01 [ $\mu$ F]	0.005 [ $\mu$ F]
3	0.6 [mH]	0.01 [ $\mu$ F]	0.005 [ $\mu$ F]
4	3.6 [mH]	0.06 [ $\mu$ F]	0.015 [ $\mu$ F]
5	0.6 [mH]	0.06 [ $\mu$ F]	0.005 [ $\mu$ F]

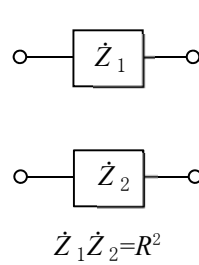
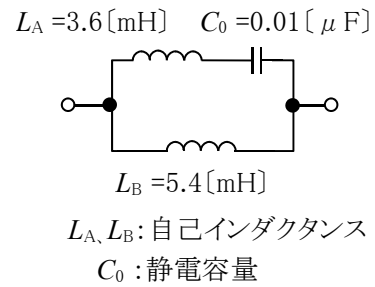


図1



$L_A, L_B$ : 自己インダクタンス  
 $C_0$ : 静電容量

図2

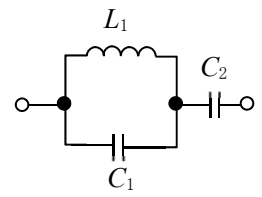
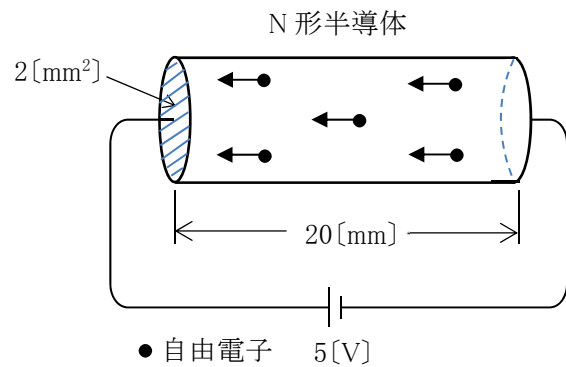


図3

A-9 図に示すように、N形半導体の両端に5[V]の直流電圧を加えたとき、16[mA]の電流が流れた。このときの自由電子の移動度の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、自由電子の密度を $1 \times 10^{21}$ [個/ $m^3$ ]、N形半導体の断面積及び長さをそれぞれ2[ $mm^2$ ]及び20[mm]とする。また、電子の負電荷を $1.6 \times 10^{-19}$ [C]とし、電源の内部抵抗は無視し、電圧は半導体の断面に均等に加わるものとする。

- 1.6 [ $m^2 / (V \cdot s)$ ]
- 0.8 [ $m^2 / (V \cdot s)$ ]
- 0.4 [ $m^2 / (V \cdot s)$ ]
- 0.2 [ $m^2 / (V \cdot s)$ ]
- 0.1 [ $m^2 / (V \cdot s)$ ]



A-10 図1に示すダイオードDと抵抗Rを用いた回路に流れる電流 $I_D$ 及びDの両端の電圧 $V_D$ の値の組合せとして、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、ダイオードDの順方向特性は、図2に示す折れ線で近似するものとする。

	$I_D$	$V_D$
1	0.2 [A]	0.7 [V]
2	0.2 [A]	0.9 [V]
3	0.3 [A]	0.6 [V]
4	0.4 [A]	0.7 [V]
5	0.4 [A]	0.9 [V]

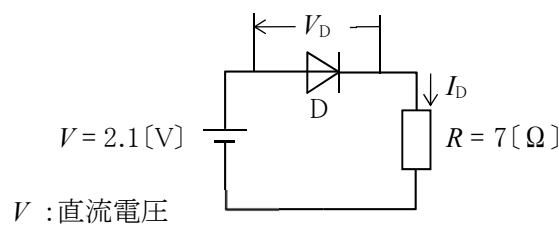


図1

$V_D$ : 順方向電圧  
 $I_D$ : 順方向電流

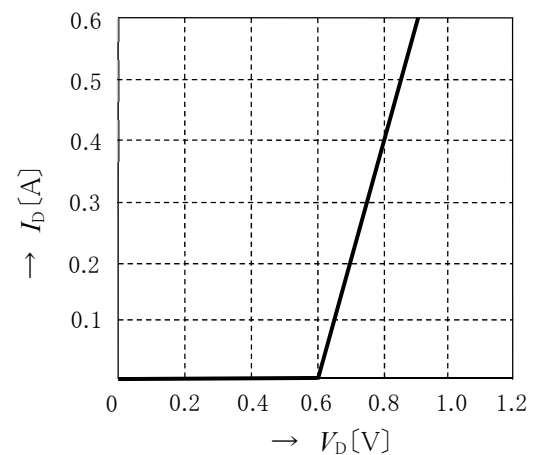
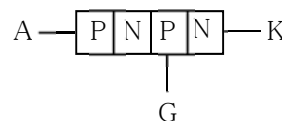


図2

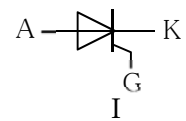
A-11 次の記述は、Pゲート逆阻止3端子サイリスタについて述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。ただし、電極のアノード、カソード及びゲートをそれぞれA、K及びGとする。

- 1 このサイリスタの基本構造(電極を含む)は、図1に示すようなP、N、P、Nの4層と電極からなる。
- 2 Pゲート逆阻止3端子サイリスタの図記号は、図2のIIである。
- 3 ゲート電流でアノード電流を制御する半導体スイッチング素子である。
- 4 導通(ON)状態と非導通(OFF)状態の二つの安定状態を持っている。
- 5 ゲート電流を遮断しても、導通(ON)状態から非導通(OFF)状態にすることはできない。



P : P形半導体  
N : N形半導体

図1



II

図2

A-12 次の記述は、図1に示す図記号の電界効果トランジスタ(FET)について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 図記号は、Nチャネル絶縁ゲート形FETで、□A形である。
- (2) 原理的な構造は、図2の□Bである。
- (3) 一般に、D-S間に加える電圧の極性は、Dが正(+)、Sが負(-)である。
- (4) (3)の場合、G-S間電圧を、Gが正(+)、Sを負(-)として大きさを増加させると、Dに流れる電流は□Cする。

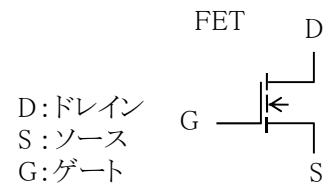


図1

A	B	C
1 デプレッション	I	増加
2 デプレッション	II	増加
3 デプレッション	II	減少
4 エンハンスメント	II	増加
5 エンハンスメント	I	減少

P:P形半導体  
N:N形半導体

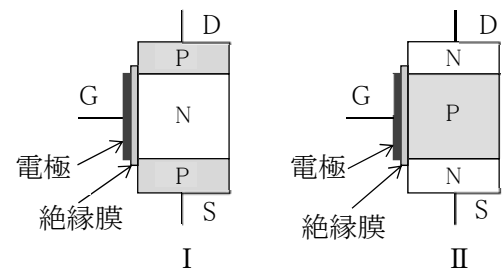
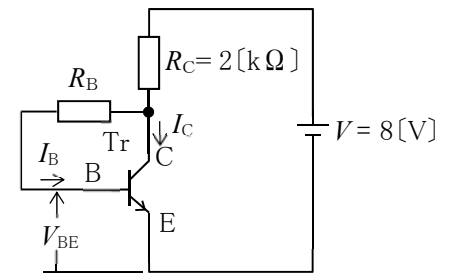


図2

A-13 図に示すトランジスタ(Tr)の自己バイアス回路において、コレクタ電流 $I_C$ を2[mA]にするためのベース電流 $I_B$ と抵抗 $R_B$ の値の組合せとして、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、Trのエミッタ接地直流電流増幅率 $h_{FE}$ を200、回路のベース-エミッタ間電圧 $V_{BE}$ を0.6[V]とする。

$I_B$	$R_B$
1 10 [ $\mu$ A]	340 [k $\Omega$ ]
2 10 [ $\mu$ A]	170 [k $\Omega$ ]
3 20 [ $\mu$ A]	340 [k $\Omega$ ]
4 20 [ $\mu$ A]	170 [k $\Omega$ ]
5 30 [ $\mu$ A]	540 [k $\Omega$ ]

C:コレクタ  
B:ベース  
E:エミッタ  
 $R_C$ :抵抗  
V:直流電源



A-14 次の記述は、図に示す理想的な演算増幅器(AOP)を用いた回路の動作について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) AOPの負(-)入力及び正(+))入力端子の電圧をそれぞれ $V_N$ [V]及び $V_P$ [V]とすると、次式が成り立つ。

$$V_N = V_P = \square A \times V_2 \text{ [V]} \quad \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

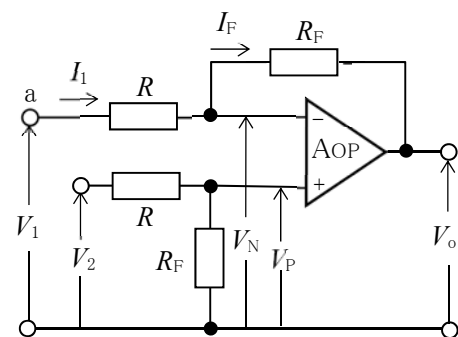
- (2) 入力端子 a から流れる電流 $I_1$ は、図に示す電流 $I_F$ に等しいので、次式で表される。

$$I_1 = \square B = (V_N - V_o) / R_F \text{ [A]} \quad \dots\dots\dots \textcircled{2}$$

- (3) 式①及び式②より $V_o$ を求めると、次式が得られる。

$$V_o = - \square C \text{ [V]}$$

	A	B	C
1	$\frac{R}{R+R_F}$	$\frac{V_1-V_N}{R}$	$\frac{R_F(V_1-V_2)}{R}$
2	$\frac{R}{R+R_F}$	$\frac{V_1-V_N}{R_F}$	$\frac{R(V_1+V_2)}{R_F}$
3	$\frac{R_F}{R+R_F}$	$\frac{V_1-V_N}{R}$	$\frac{R_F(V_1-V_2)}{R}$
4	$\frac{R_F}{R+R_F}$	$\frac{V_1-V_N}{R_F}$	$\frac{R(V_1+V_2)}{R_F}$
5	$\frac{R_F}{R+R_F}$	$\frac{V_1-V_N}{R_F}$	$\frac{R_F(V_1-V_2)}{R}$



R、 $R_F$ :抵抗[ $\Omega$ ]  
 $V_1$ 、 $V_2$ :入力電圧[V]  
 $V_o$ :出力電圧[V]

A - 15 図 1 に示すような、静電容量  $C$  [F] と理想ダイオード  $D$  の回路の入力電圧  $v_i$  [V] として、図 2 に示す電圧を加えた。このとき、 $C$  の両端電圧  $v_c$  [V] 及び出力電圧  $v_o$  [V] の波形の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、回路は定常状態にあるものとする。また、図 3 の  $v$  は、 $v_c$  又は  $v_o$  を表す。

- |       |       |
|-------|-------|
| $v_c$ | $v_o$ |
| 1 ア   | イ     |
| 2 イ   | ア     |
| 3 ア   | ウ     |
| 4 ア   | エ     |
| 5 イ   | ウ     |

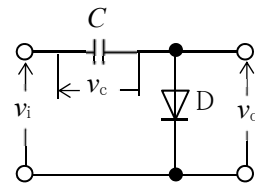


図 1

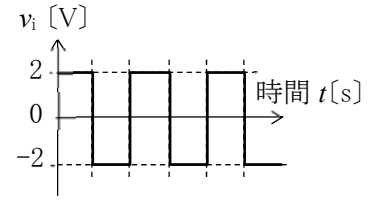


図 2

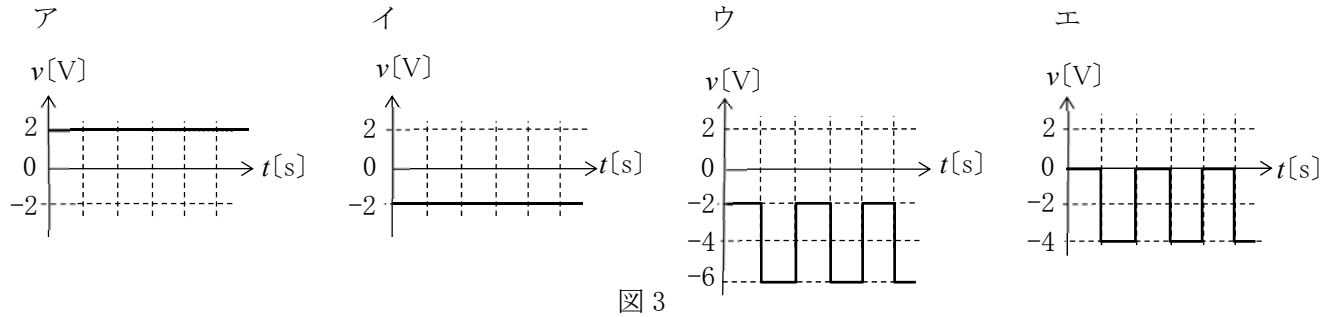
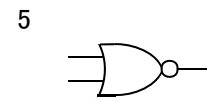
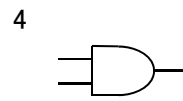
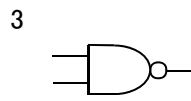
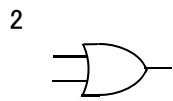
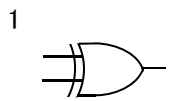
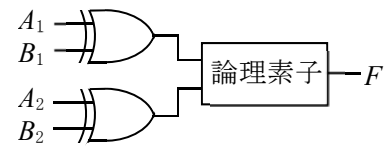


図 3

A - 16 次の図は、2 ビットのデータ ( $A_2, A_1$ ) と ( $B_2, B_1$ ) が一致しない場合にのみ、出力  $F$  が 1 となる論理回路を示したものである。図中の論理素子を表す論理記号として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、正論理とする。



A - 17 図 1 に示す回路の端子  $ab$  間に図 2 に示す正弦波交流の半波整流電圧  $v_{ab}$  [V] を加えたとき、整流形電流計  $A$  の指示値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 $A$  は全波整流形で目盛は正弦波交流の実効値で校正されているものとする。また、 $A$  の内部抵抗は無視するものとする。

1  $\frac{2V_m}{R}$  [A]

2  $\frac{\sqrt{2} V_m}{R}$  [A]

3  $\frac{V_m}{2R}$  [A]

4  $\frac{V_m}{\sqrt{2} R}$  [A]

5  $\frac{V_m}{2\sqrt{2} R}$  [A]

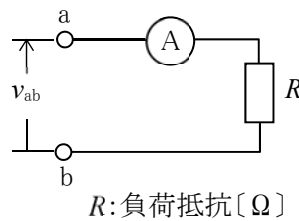


図 1

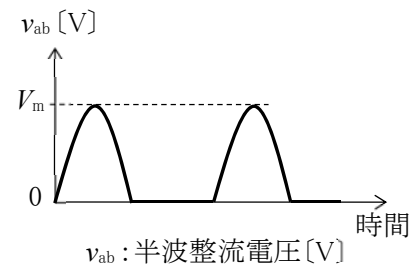


図 2

A - 18 図 1 に示す回路の抵抗  $R[\Omega]$  に流れる電流  $I[A]$  を測定するために、図 2 に示すように内部抵抗が  $R_A[\Omega]$  の直流電流計 A を接続した。このとき、指示値の百分率誤差の大きさを 5[%] 以下にするための  $R_A$  の最大値を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、誤差は  $R_A$  によってのみ生ずるものとする。

- 1  $R_A = \frac{R}{9} [\Omega]$
- 2  $R_A = \frac{R}{14} [\Omega]$
- 3  $R_A = \frac{R}{19} [\Omega]$
- 4  $R_A = \frac{R}{24} [\Omega]$
- 5  $R_A = \frac{R}{49} [\Omega]$

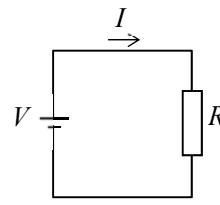


図 1

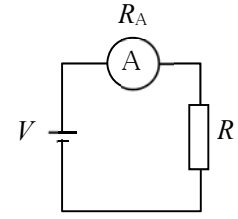


図 2

$V$  : 直流電圧 [V]

A - 19 次の記述は、図に示すブリッジ回路を用いてコイルの自己インダクタンス  $L_X[H]$  及び抵抗  $R_X[\Omega]$  を求める方法について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、交流電源  $V[V]$  の角周波数を  $\omega[\text{rad/s}]$  とする。

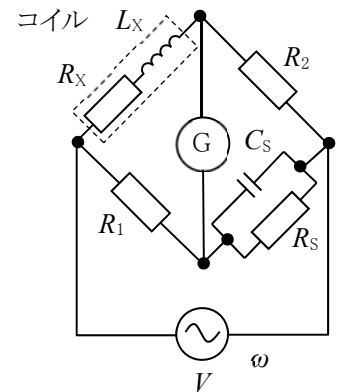
(1) ブリッジ回路が平衡しているとき、次式が得られる。

$$R_1 R_2 = (\text{□ A}) \times \frac{R_S}{1 + j\omega C_S R_S} \dots\dots\dots \text{①}$$

(2) 式①より  $R_X$  及び  $L_X$  は、次式で表される。

$$R_X = \text{□ B} [\Omega], \quad L_X = \text{□ C} [H]$$

- |   | A                                       | B                     | C                     |
|---|---|-----------------------|-----------------------|
| 1 | $\frac{j\omega L_X}{R_X + j\omega L_X}$ | $\frac{R_1 R_S}{R_2}$ | $\frac{R_1 R_2}{C_S}$ |
| 2 | $\frac{j\omega L_X}{R_X + j\omega L_X}$ | $\frac{R_1 R_2}{R_S}$ | $R_1 R_2 C_S$         |
| 3 | $R_X + j\omega L_X$                     | $\frac{R_1 R_S}{R_2}$ | $\frac{R_1 R_2}{C_S}$ |
| 4 | $R_X + j\omega L_X$                     | $\frac{R_1 R_S}{R_2}$ | $R_1 R_2 C_S$         |
| 5 | $R_X + j\omega L_X$                     | $\frac{R_1 R_2}{R_S}$ | $R_1 R_2 C_S$         |

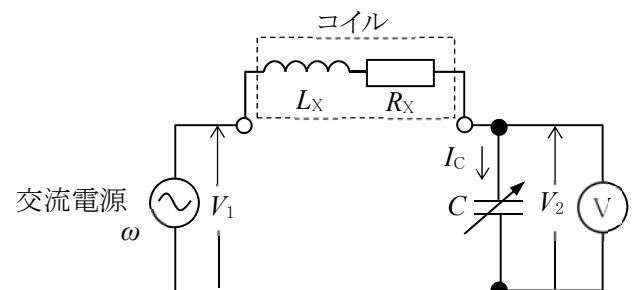


G: 交流検流計  
 $R_1, R_2, R_S$ : 抵抗 [ $\Omega$ ]  
 $C_S$ : 静電容量 [F]

A - 20 次の記述は、図に示す原理的な Q メータによるコイルの尖鋭度  $Q$  の測定原理について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、回路は静電容量が  $C[F]$  で共振状態にあるものとし、交流電圧計  $V$  の内部抵抗は無無限大とする。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1)  $C$  を流れる電流の大きさを  $I_C[A]$  とすると、 $I_C = \text{□ A} [A]$  である。
- (2) 交流電源の角周波数を  $\omega[\text{rad/s}]$  とすると、 $V_2 = (\text{□ A} \times \text{□ B}) [V]$  である。
- (3) コイルの尖鋭度  $Q$  は、 $Q = \text{□ C}$  である。
- (4) (3) より、 $V_1$  を一定電圧とすると、 $V$  の目盛から  $Q$  を直読することができる。

- |   | A                 | B                    | C                 |
|---|-------------------|----------------------|-------------------|
| 1 | $\frac{V_1}{R_X}$ | $\frac{1}{\omega C}$ | $\frac{V_1}{V_2}$ |
| 2 | $\frac{V_1}{R_X}$ | $\frac{1}{\omega C}$ | $\frac{V_2}{V_1}$ |
| 3 | $\frac{V_2}{R_X}$ | $\frac{1}{\omega C}$ | $\frac{V_1}{V_2}$ |
| 4 | $\frac{V_2}{R_X}$ | $\omega C$           | $\frac{V_1}{V_2}$ |
| 5 | $\frac{V_2}{R_X}$ | $\omega C$           | $\frac{V_2}{V_1}$ |



$L_X$ : コイルの自己インダクタンス [H]  
 $R_X$ : コイルの抵抗 [ $\Omega$ ]  
 $V_1$ : 交流電源電圧 [V]  
 $V_2$ :  $C$  の両端の電圧 ( $V$  の指示値) [V]  
 $\omega$ : 交流電源の角周波数 [rad/s]

B-1 次の記述は、図1に示すように、面が直交した半径  $r$  [m] の円形コイル A 及び B のそれぞれに直流電流  $I$  [A] を流したとき A 及び B の中心点 O における合成磁界  $H_0$  について述べたものである。□ 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) 図2に示すように、Aの面を紙面上に置いて電流  $I$  を流したとき、  
Aによる点Oの磁界  $H_A$  の方向は、紙面の □ ア □ の方向である。  
(2)  $H_A$  の強さは、□ イ □ [A/m] である。  
(3)  $H_A$  の方向と B による点 O の磁界  $H_B$  の方向は、□ ウ □ [rad] 異なる。  
(4) したがって、 $H_0$  の強さは、□ エ □ [A/m] である。  
(5) また、 $H_A$  の方向と  $H_0$  の方向は、□ オ □ [rad] 異なる。

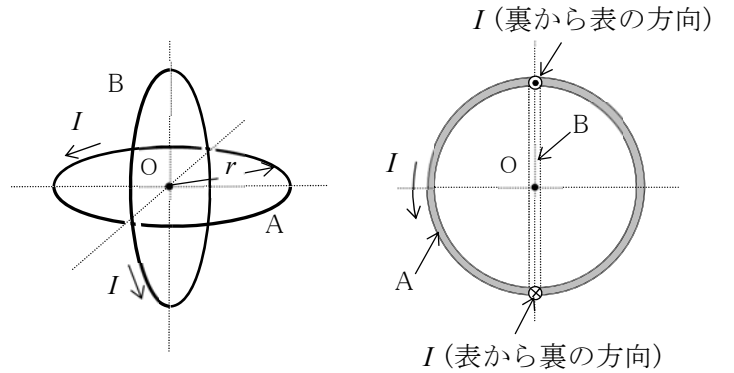


図1

図2

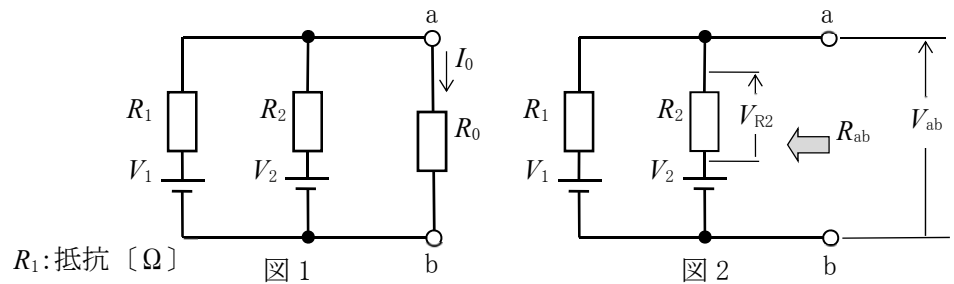
- 1 裏から表      2  $\frac{I}{2r}$       3  $\frac{\pi}{3}$       4  $\pi$       5  $\frac{\pi}{4}$   
6 表から裏      7  $\frac{I}{2\pi r}$       8  $\frac{\pi}{2}$       9  $\frac{I}{\sqrt{2}r}$       10  $\frac{\sqrt{2}I}{\pi r}$

B-2 次の記述は、図1に示す回路の抵抗  $R_0$  [Ω] に流れる電流  $I_0$  [A] を求める方法について述べたものである。□ 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。ただし、直流電源  $V_1$  及び  $V_2$  [V] の内部抵抗は零とする。

- (1) 図2に示すように、端子 ab 間を開放したときの ab 間の電圧を  $V_{ab}$  [V]、ab から左側を見た抵抗を  $R_{ab}$  [Ω] とすると電流  $I_0$  は、□ ア □ の定理により、 $R_{ab}$  を用いて次式で表される。  
 $I_0 =$  □ イ □ [A] …………… ①

- (2)  $V_{ab}$  は、抵抗  $R_2$  [Ω] の電圧を  $V_{R2}$  [V] とすると、  
 $V_{ab} = V_{R2} +$  □ ウ □ [V] で表される。  
ここで  $V_{R2}$  は、 $V_{R2} = \frac{(V_1 - V_2)R_2}{R_1 + R_2}$  [V] である。

- (3)  $R_{ab}$  は、 $R_{ab} =$  □ エ □ [Ω] で表される。  
(4) したがって、式①は、次式で表される。  
 $I_0 =$  □ オ □ [A]



- 1 相反      2  $\frac{V_{ab}}{R_{ab} + R_0}$       3  $V_2$       4  $R_1R_0 + R_2R_0$       5  $R_1 + R_2$   
6 テブナン      7  $\frac{V_{ab}}{R_{ab}}$       8  $V_2 - V_1$       9  $\frac{R_1R_2}{R_1 + R_2}$       10  $\frac{V_1R_2 + V_2R_1}{R_1R_2 + R_1R_0 + R_2R_0}$

B-3 次の記述は、図1に示す進行波管(TWT)について述べたものである。このうち正しいものを1、誤っているものを2として解答せよ。ただし、図2はら旋の部分のみを示したものである。

- ア 電子銃からの電子流はコイルで集束され、マイクロ波の通路であるら旋の中心を貫き、コレクタに達する。  
イ 導波管  $W_1$  から入力されたマイクロ波は、ら旋上を進行すると同時に、ら旋の内部に軸方向の進行波電界を作る。  
ウ ら旋の直径が  $D$  [m]、ピッチが  $P$  [m] のとき、マイクロ波のら旋の軸方向の位相速度  $v_p$  は、光速  $c$  [m/s] の約  $\pi D/P$  倍になる。  
エ 電子の速度  $v_e$  をマイクロ波のら旋の軸方向の位相速度  $v_p$  より少し速くすると、マイクロ波の大きさは、 $v_e$  と  $v_p$  の速度差により、ら旋を進むにつれて減衰される。  
オ 進行波管は、空洞共振器と呼ばれる同調回路がないので、広帯域の信号の増幅が可能である。

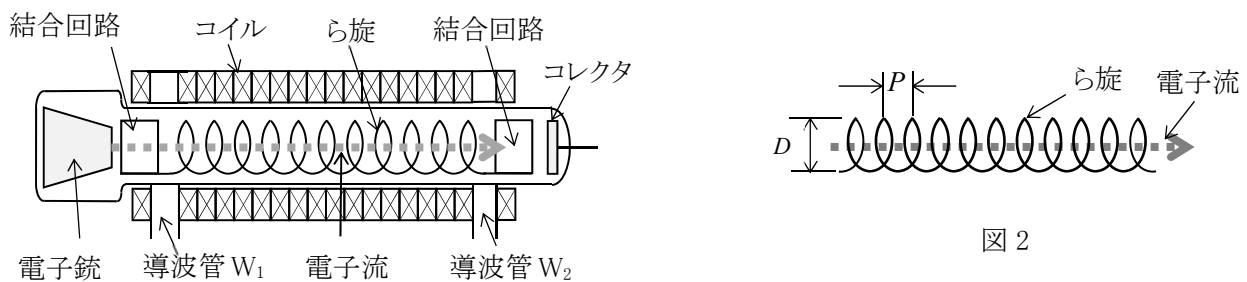


図1

図2

B-4 次の記述は、図1に示すような、電界効果トランジスタ(FET)を用いた3点接続発振回路の発振条件について述べたものである。

□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。ただし、図2は図1をFETの等価回路を用いて表した回路である。また、図3に示すようにFETのドレイン抵抗 $r_D$ を含んだ負荷インピーダンスを $Z_0$ とする。

- (1) 図2に示す回路において、FETの入力電圧を $\dot{V}_i$ 、出力電圧を $\dot{V}_o$ とすると、  
電圧増幅度 $A$ 及び帰還率 $\beta$ はそれぞれ次式で表される。

$$A = \dot{V}_o / \dot{V}_i = -g_m Z_0$$

$$\beta = \dot{V}_f / \dot{V}_o = \text{ア}$$

- (2) したがって、 $Z_0 = 1 / \{ \text{イ} + 1/Z_2 + 1/(Z_1 + Z_3) \}$ であるから、 $A\beta$ は、  
次式で表される。

$$A\beta = -g_m r_D Z_1 Z_2 / \{ r_D (Z_1 + Z_2 + Z_3) + Z_2 (Z_1 + Z_3) \} \dots\dots \text{①}$$

- (3) 発振状態では、 $A\beta = 1$ であるから、式①より次式が得られる。

$$r_D (Z_1 + Z_2 + Z_3) + Z_2 \{ Z_1 (1 + g_m r_D) + Z_3 \} = \text{ウ} \dots\dots \text{②}$$

- (4) 式②の左辺の第1項をP、第2項をQとして、P及びQが実数か虚数かを考えたとき、□であるから、次式が成り立つ。

$$(1 + g_m r_D) = -Z_3 / Z_1 \dots\dots \text{③}$$

$$Z_3 = -(Z_1 + Z_2) \dots\dots \text{④}$$

- (5) したがって、式③より $Z_1$ と $Z_3$ は□符号のリアクタンスである。  
(6) また、式④より $Z_2$ が決まれば、 $Z_1$ と $Z_3$ のリアクタンスの符号が決まる。

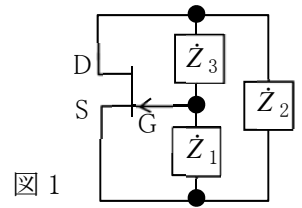


図1  $Z_1, Z_2, Z_3$ :リアクタンス

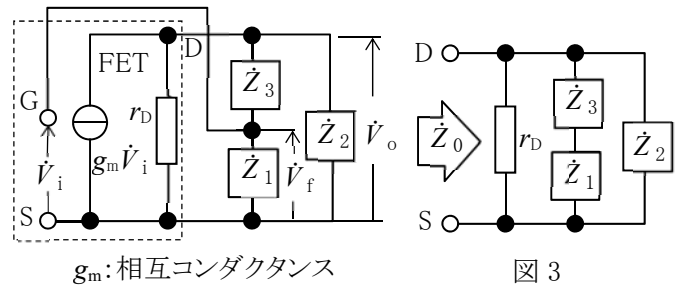


図2  $g_m$ :相互コンダクタンス

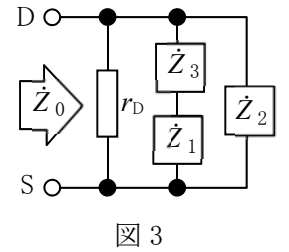


図3

- |                           |                         |     |             |        |
|---------------------------|-------------------------|-----|-------------|--------|
| 1 $\frac{Z_1}{Z_1 + Z_3}$ | 2 $\frac{1}{r_D}$       | 3 1 | 4 Pは実数、Qは虚数 | 5 同じ   |
| 6 $\frac{Z_1}{Z_2 + Z_3}$ | 7 $\frac{1}{r_D + Z_3}$ | 8 0 | 9 Pは虚数、Qは実数 | 10 異なる |

B-5 次の記述は、図1に示す直流電流・電圧計の内部の抵抗値について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。ただし、内部回路を図2とし、直流電流計Aの最大目盛値を0.5[mA]、内部抵抗90[Ω]とする。

- (1) 抵抗 $R_1$ は、□[Ω]である。  
(2) 5[mA]の電流計として使用するとき、電流計の  
内部抵抗は、□[Ω]である。  
(3) 抵抗 $R_2$ は、□[Ω]である。  
(4) 抵抗 $R_3$ は、□[kΩ]である。  
(5) 30[V]の電圧計として使用するとき、電圧計の  
内部抵抗は、□[kΩ]である。

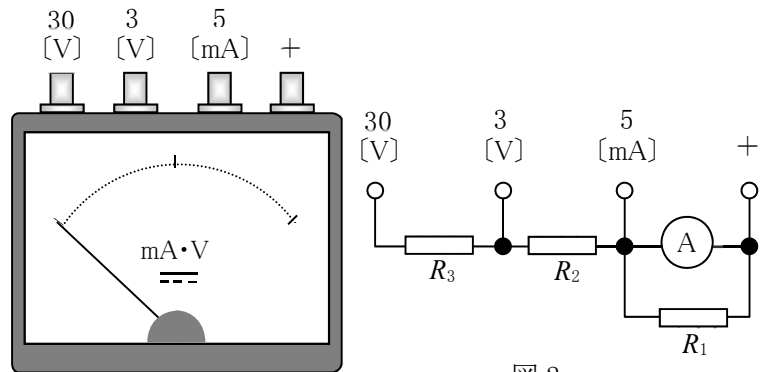


図1

図2

- |      |       |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|-------|
| 1 6  | 2 5.4 | 3 820 | 4 4.5 | 5 225 |
| 6 18 | 7 380 | 8 591 | 9 9   | 10 10 |